

# Übungen zur Physikalischen und Theoretischen Chemie I

## Übung 11

### Abgabe bis Montag, 25.11.2018, 12 Uhr

---

#### Aufgabe 1

Im Eisschnellauf wird als optimale Eistemperatur ein Wert von  $-7\text{ °C}$  bei 1 bar Umgebungsdruck angesehen.

- Welchen Druck muss der Eisschnellläufer Clausius ausüben, um in den Flüssigbereich des Phasendiagramms von Wasser zu kommen?
- Welches Gewicht muss der Läufer mindestens besitzen, um diesen Druck auszuüben, wenn die Länge der Schlittschuhkufe 38 cm und ihre Breite 1 mm beträgt? Nehmen sie an, er fährt nur auf einer Kufe. Bitte diskutieren Sie kurz, ob das Ergebnis realistisch ist.

**Hinweis:**  $\Delta_{\text{Sm}}H = 6 \frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ ;  $\Delta_{\text{Sm}}V = -1,6 \cdot 10^{-6} \frac{\text{m}^3}{\text{mol}}$ ;  $g = 9,81 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$

#### Aufgabe 2

- Stellen Sie die Druck- und Temperaturabhängigkeit des chemischen Potentials für alle drei Aggregatzustände graphisch dar. Zeigen Sie in der zweiten Abbildung auch auf, wie sich das chemische Potential bei Zugabe eines Salzes zur Flüssigkeit im Vergleich zum Reinstoff ändert und bezeichnen Sie die auftretenden Effekte bei den Phasenübergängen.
- Berechnen Sie die Änderung des chemischen Potentials eines idealen einatomigen Gases, wenn man es bei  $50\text{ °C}$  von 3 bar auf 5 bar komprimiert und wenn man es bei 5 bar von  $25\text{ °C}$  auf  $75\text{ °C}$  erwärmt.  $S_{0,M} = 126,15 \text{ J/Kmol}$

**Hinweis:**

$$\Delta\mu = - \int_{T_0}^T \left[ c_p \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right) + S_0 \right] dT = (c_p - S_0)(T - T_0) - c_p \cdot T \cdot \ln\left(\frac{T}{T_0}\right)$$

- Der Fugazitätskoeffizient eines realen Gases beträgt bei 290 K etwa 0,60. Wie groß ist der Unterschied des chemischen Potentials von demjenigen eines idealen Gases im gleichen Zustand?
- Wie unterscheiden sich die Steigungen des chemischen Potentials als Funktion der Temperatur auf beiden Seiten des Standardgefrierpunktes bzw. des Standardsiedepunktes von Wasser? Um wie viel ist das chemische Potential von  $4\text{ °C}$  kaltem Wasser geringer als das von Eis bei dieser Temperatur?

**Hinweis:** Nehmen Sie für  $\Delta_{\text{melt}}H^\circ(\text{H}_2\text{O}) = 6,008 \text{ kJ/mol}$  und  $\Delta_{\text{vap}}H^\circ(\text{H}_2\text{O}) = 40,656 \text{ kJ/mol}$  an.

**Aufgabe 3**

- a) Ethanol hat bei 20°C einen Dampfdruck von 58 mbar. Wie groß müsste die molare Masse eines unbekanntes Stoffes sein, damit 200 g davon in 2 l Ethanol gelöst eine Dampfdruckabnahme auf 50 mbar bewirkt?

Die Dichte von Ethanol beträgt 0,79 g/cm<sup>3</sup>.

- b) John Wick liebt das Leben am Limit. Als renommierter Thermodynamikprofi hat er ein eigenes Schmieröl (enthält 0,03% Propan) entwickelt, bei dem er gerade noch gefahrlos rauchen kann, ohne Gefahr zu laufen das Propan-Luft-Gemisch in seinen Öltanks zu entzünden. Warum?

Der Dampfdruck von Propan beträgt 10,73 bar. Die mittlere molare Masse seines Schmieröls ist 300 g/mol. Die Explosionsgrenzen sind 2,3 bis 9,5 Vol% Propan in Luft. Der Luftdruck sei 1 bar

**Aufgabe 4**

Leiten Sie aus der Gibbs-Duhem-Gleichung die Gibbs-Margules-Gleichung her, mit

$$\left(\frac{\partial \ln f_A}{\partial \ln n_A}\right)_{p,T} = \left(\frac{\partial \ln f_B}{\partial \ln n_B}\right)_{p,T}$$

wobei  $f$  für die Fugazität steht.